Aus der Basler Chirurgischen Klinik
(Vorsteher: **Prof. M. Wilms**)

Die verschiedenen Formen der Sehnennaht.

Prüfung der Zugfestigkeit derselben am Leichenmaterial

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

der

hohen medizinischen Fakultät

der

UNIVERSITÄT BASEL

vorgelegt von

MARC MALEWITSCH
aus **Grodno** (Russland).

BASEL
Buchdruckerei Brin & Cie.
Spalenvorstadt 9.
1908

Meinen vielgeliebten Eltern

und dem

Andenken meiner teuren verstorbenen

Schwester und Freundin Marie

gewidmet.

I.

Si autem (disrumpatur nervus[1]) in latitudinem tunc necessarium est, suere ipsum, et si non suitur, non conglutinatur.

Avicenna.

[1]) Das Wort „nervus“ schliesst die Sehne mit ein.

Ueber die Sehnennaht finden wir schon betreffende Aeusserungen bei *Avicenna* (Ibn-Sina), dem Hauptrepräsentanten der arabischen Medizin, 980 geb., und *Bruno de Langoburga* in seinem Werke „Chirurgia magna“, 1252 J., schreibt: „Post totam incisionem in latitudinem oportet, ut nervus suatur: quoniam facilius incarnatur: et fortasse nisi suas ipsum: ut dicit Avicenna, non conglutinatur.“ Nach diesen Worten wird die Naht empfohlen, aber wie sie ausgeführt werden soll, darüber ist nichts gesagt, obwohl noch von *Rhazes*, geb. 850, indirekte Vereinigung der Nerven und Sehnen durch tiefe Naht der sie umgebenden Weichteile vorgeschlagen wurde. Aber man hat doch immer gefürchtet, die Operation der Sehnennaht anzuwenden und *Galens* Ausspruch „nervus aut ligamentum dissectum refici non potest“ hat auf lange Zeit sein Urteil gesprochen. Es erklärt sich daraus, dass man anfänglich die Sehnen mit den Nerven zusammenwarf und auch später der Ansicht blieb, dass den Sehnen ein grosser Reichtum an Nerven zukomme, der eine Verletzung derselben überaus bedenklich erscheinen lasse. *Theodorich Borgognoni*, Sohn Hugo da Luca's, des Begründers der Schule von Bologna, deren Blütezeit in das 13. Jahrhundert fällt, verurteilt die direkte (Nerven) Sehnennaht und sagt: „Post totalem incisionem nerui in latitudine voluerunt aliqui: sicut Avicenna quod capita nerui adinuicem suerentur. Inquit enim quod faci-

lius incarnatur: et dixit, fortasse nisi suas illum non conglutinatur. Dominus Hugo tamen valde reprobat illud quod neruus unqnam neque suendo: neque modo aliquo pungeretur. Et ego dominum Hugonem secutus: neque sui: neque vidi sui: quinimmo de Avicenna quin hoc scripsit miratus sum."

Lanfranchi, aus Mailand gebürtig, empfiehlt die Naht bei totaler Durchtrennung der Sehnen: „bonum est ut cum sutura cutis suas capita incisi nerui adinuicem," darüber Oel, Pulver, Verband, „quia per talem suturam nerui fit ipsius nerui consolidatio melior: ita quod membrum quod amisisset in tot vel in parte motum: qui portabatur ei a cerebro per illum neruum: recuperat illum: et fit membri restauratio formosior et firmior." Auch *Giovanni da Vigo* bemerkt, dass man bei der Behandlung der Querwunden der Sehne, zu möglichst genauer Vereinigung ihrer Enden, tiefe Nähte anlegen solle. Wenden wir uns von den italienischen Schulen nach Frankreich, so finden wir in der Schule von Monpellier die wichtigste chirurgische Bildungsstätte der 13. und 14. Jahrhunderte.

Guy de Chauliac, „Restaurateur de la Chirurgie," bedeutendster chirurgischer Schriftsteller des 14. Jahrhunderts schreibt in seiner Abhandlung „de vulneribus neruorum, chordarum et ligamentorum": „Scissurae neruorum . . . si fuerint sine de perditione substantiae, cum carne suantur" und bezieht sich auf Avicenna und Lanfranchi. Mit dem Ausdruck „cum carne" empfiehlt er indirekte Vereinigung der Sehnen durch Naht der Weichteile.

In Deutschland *Hieronymus Brunschwig,* der Begründer der Strassburger Chirurgen-Schule im 15. Jahrhundert hat die alte Furcht vor dem Anstecken der Sehnen, welche die Chirurgen des Altertums und des ganzen Mittelalters beherrschte, überwunden, und bei Querdurchtrennung derselben empfiehlt er genaue Vereinigung der Enden, auch sagt er, dass wenn „die sennader der müssz also zerhauwen weret, so hefft sie mit einem gewechsten Faden, das schadet nit." Damit spricht er von direkter Sehnennaht.

Die italienischen Chirurgen der Zeit der Renaissance stehen noch meistens auf dem Standpunkte von *Galenus*, und *Gabriele Faloppio*, einer der bedeutendsten italienischen Anatomen, berühmter Chirurg in Padua, zählt auch die Sehnen zu den nervösen Gebilden. Er steckt noch tief im Aberglauben der alten

Chirurgen, die Verletzungen der Sehnen seien besonders schmerzhaft und verursachen, besonders Stichverletzungen, Konvulsionen und Starrkrampf.

Der Schweizer *Felix Wirz*, geb. in Zürich zwischen 1500 bis 1510, war der erste unter den Wundärzten, der die Naht bei durchtrennten Sehnen wieder ausführte, ungeachtet der grossen Zahl der Gegner, unter welchen auch *Fabricius Hildanus* sich befand. Hildanus polemisierte gegen Wirz wegen verschiedener angeblicher Irrtümer, so auch wegen der Sehnennaht. Er weist auf die alten Griechen und Römer hin und ist überzeugt, dass zerschnittene Nerven und Sehnen nicht mehr zusammenwachsen. Wirz verwirft Glüheisen und Aetzmittel und legt viel Wert auf Reinhalten der Wunden. In seinen „Practica der Wundarznei" finden wir über Sehnennaht folgendes: Wenn bei einer „Wunde hinder dem Daumen" die „grosse Flexader" getrennt ist, soll man eine Sehnennaht machen: „ziehe mit einem Instrumentlin dieselb entzwey gehauwene Flexadern herfür, und häffte sie stark zusammen: aber die Wunde soll nicht gehäfft werden. Hiervon wächst dieselbige Flechsader wiederumb an, also dass der Patient am Daumen nicht erlahmet." Er hat auch die secundäre Naht empfohlen: „ . . ich habe einen Schärer gesehen, der war gehauen und geheilt, aber seine Hand hinge ihm herab, da schnitt ihm ein erfahrener Meister an einem anderen Orte wiederumb auff, und zog ihm sein Flechsadern wiederumb auff . . ."

Einige Jahre später finden wir in *Ambrois Paré's* Schriften wieder eine energische Abmahnung von der Operation „doloris, convulsionis et similium horrendorum symptomatum metu". Doch erzählte er an einer andern Stelle seiner Werke, dass ein maitre-barbier von Lyon zwei Sehnen mit gutem Erfolg genäht habe. *Marc Aurelio Severino*, 1580—1656, berühmter Arzt und Anatom in Neapel berichtet in seinem Werke „de efficace medicina" über Sehnennaht und beruft sich sogar bei seiner Empfehlung der Operation auf die Ergebnisse von Experimenten, die von Zeitgenossen angestellt wurden. Von dieser Zeit an führen berühmte Chirurgen die Naht aus und beschäftigen sich damit bei Sehnenzerreissungen, bringen auch zur Stütze der Naht bald Plättchen, bald Röllchen und Zapfen an. *Van Mekren* beschreibt eine von dem Pariser Chirurgen *Maynart* (1668) geübte Plattennaht, „die

mit linsengrossen, einfach durchbohrten Kork- resp. Bleiplatten so angelegt wurde, dass sich die Ränder der Plättchen berühren, dagegen nicht die der Sehnenstümpfe, cum alias callus qui interponi debet haud invenisset locum. Zwischen die Stümpfe wurde zu dem Zwecke ein Leinwandstückchen gebracht, auf dem die Platten ruhten"(Witzel.) Er folgte dann dem Beispiele Maynarts *M. A. Petit* in Lyon. Er versuchte die Sehnennaht zuerst bei einer frischen Sehnendurchtrennung. Da in diesem Falle das Resultat ein günstiges war, wendete er sie 1806 bei einer veralteten Trennung an, wo sie gleichfalls zum erwünschten Ziele führte. Von dieser Zeit an finden wir in der Literatur, besonders in der französischen, eine grössere Anzahl von Heilungen in frischen und veralteten Fällen von Sehnendurchtrennungen. So berichten über erfolgreiche Sehnennaht bei frischen Fällen *Barthelémy* 1830, *Mondiére* und *Serres* 1837, während über solche bei veralteten Fällen *M. A. Petit, Roux* uud *Sedillot* 1853, *Syme* 1837, *Chassaignac* 1856, *Morgue* 1857 genaue Beschreibungen gaben. Auch *Tillaux* und *Hoselitz* führten die Sehnennaht aus, ersterer an der Sehne des extensor pollicis long., letzterer an der Sehne des flexor digit. ped. communis.

In Deutschland beschrieb zuerst die einfachste Naht *Lorenz Heister* in seiner Chirurgie (1718). Seine einfachste Methode der Sehnennaht, die *Knopfnaht,* besteht in Durchstechung der Sehnenenden in der Längsrichtung und einfachster Knotung des Fadens: „Man nimmt eine subtile, feine, gerade und vorne etwas platte Nadel mit einem doppelten gewächsten Faden . . . Am Ende des doppelten Fadens macht man einen dicken Knopf, sticht hernach ein Stücklein Leder, wie ein kleiner Pfennig gross mit der Nadel durch und drückt solches bis an den Knopf, damit der Knopf nicht möge durchwischen. Alsdann lässt man die Hand ausgestreckt auf einen Tisch oder ein Brett legen, damit selbige in der Operation wohl ausgestreckt bleibe, und als die zerschnittenen Flechsen desto leichter mögen zusammen zu bringen sein. Hernach durchsticht man das oberste Ende des Flechsens zwei Messerrücken breit von der Extremität oben ein und unten wieder heraus. Nach diesem auch mit eben der Nadel das andere Teil des Flechsens von unten nach oben, gleichfalls wieder zwei Messerrücken breit, von der Extremität und zieht alsdann die Enden des zerschnittenen Flechsens wohl zusammen, damit sie accurat

aneinanderstossen mögen, schneidet hierauf die Nadel ab und macht mit den beiden Enden des Fadens einen Knoten, unter welchem man aber, ehe selbiger völlig gezogen wird, ein kleines Stück rund zusammengedrehte, gewächste Leinwand oder Taffet leget und darüber einen festen Knopf mit einer Schleife macht." Nach Heister kann diese „Sutur nur geschehen, wo die Flechsen nicht tief, sondern gleich unter der Haut liegen . . . ." Unnötig sei die Naht bei den getrennten „Ausdehnern" der Finger bei den „Biegern" der Finger und „Ausdehnern" der Zehen. *René Jacques Croissant Garengeot* verwirft auch die Naht bei den Strecksehnen der Hand als unnütz. Nach Garengeot werden die Stümpfe mit der Haut genäht und eine krumme Nadel gebraucht. *Anton Nuck*, Professor in Leiden, in seinen „Experimenta chirurgica" beschreibt folgende Sehnennaht: er fädelt an beiden Enden des Fadens eine Nadel ein und mit diesen zwei Nadeln sticht er zuerst das untere Sehnenende durch von oben nach unten, dann ebenso durch das obere, von unten nach oben und knüpft beide Fäden nach der von Heister angegebenen Weise. Der Naht schliesst man die Fixation des Gliedes mittelst Pappendeckelverband an. Der berühmte englische Chirurg *William Cowper* (1666—1709) machte die Sehnennaht an einem 30 Jahre alten Manne, dessen Achillessehne gänzlich quer durchschnitten war und dessen oberes Sehnenende sich wenigstens zwei Daumen breit zurückgezogen hatte. Heister beschreibt diese Naht in folgender Weise: er schneidet quer die Haut über die Achillessehne auf, „sticht die erste Nadel, welche samt der andern gerade und klein sein soll, mit einem gewächsten seidenen Faden durch die obere Flechse von aussen nach innen einen halben Daumen breit von dem zerschnittenen Ende an durch. Die andere Nadel mit dem Faden sticht er auf eben solche Weise ein wenig unter der ersteren durch und hierauf beide Nadeln also durch die untere Flechse. Alsdann dehnt er den Fuss aus, damit die zerschnittenen Teile auseinanderkommen mögen, und bindet sie alsdann zusammen, und wenn sie fest genug vereinigt sind, schneidet er die Enden der Fäden ab." In dieser Stellung wird der Fuss fixiert.

Aus diesem Ueberblick geht hervor, dass die Sehnennaht zwar in vorantiseptischer Zeit bekannt war, allein trotz ihrer Vorzüge doch verhältnismässig selten angewandt wurde. Diese Er-

scheinung lässt sich leicht erklären. Bei der früheren Wundbehandlung war eine Eiterung der Wunde so gut, wie unvermeidlich, eine Heilung per primam intentionem eine grosse Seltenheit. Die Eiterung stört natürlich den Heilungsprozess ganz enorm, die Nähte lösten sich in der Regel. Handelte es sich um eine subcutane Ruptur einer Sehne, so hätte es wohl kein Chirurg gewagt, nach Spaltung der Haut, durch Anlegung der Sehnennaht die Verletzung in eine complizierte umzuwandeln. Deshalb blieb die Zahl derer, welche die Sehnennaht verurteilten, fast ebenso gross, wie die der Freunde der Operation.

Erst die Einführung der antiseptischen Operations- und Wundbehandlung durch Joseph Lister in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts hat, wie Küster sagt, „dem Chirurgen mit ruhigem Gewissen und ohne die mindeste Besorgnis an eine Anzahl von Operationen zu gehen erlaubt, welche sonst entweder gar nicht oder nur unter ganz besonders günstigen Bedingungen unternommen werden durften." Zu diesen Operationen gehört auch die Sehnennaht. Seitdem bekam die Sehnennaht ihre sorgfältige technische Ausbildung und erzielte gute functionelle Resultate.

König, *Küster*, *Langenbeck*, *Baum*, *Madelung*, *Bose* veröffentlichen eine Anzahl von Beobachtungen, deren Resultate dem V. deutschen Chirurgenkongress im Anschluss an einen Vortrag Küster's „Einige Bemerkungen zur Sehnennaht mit Krankenvorstellung" mitgeteilt wurden. Alle diese Chirurgen betonen, dass nur resorbierbares Material zur Naht verwendet werden solle, dass Catgut genug Haltbarkeit bei Fixation des Gliedes in einer Stellung, in welcher der Muskel der durchtrennten Sehne erschlafft gehalten wird, besitze, dass Metall- und Seidennähte weniger empfehlenswert seien. Auch waren alle einig darin, dass die äussere Wunde zu schliessen sei, und Langenbecks Assistent *Bose* erwähnt, dass bei retrahierten centralen Sehnenstümpfen die Esmarchsche Konstrictionsbinde in umgekehrter Richtung anzuwenden sei, und um der Naht mehr Festigkeit zu geben, legt *Bose* zwei *Kreuznähte*, die eine von vorne nach hinten, die andere von rechts nach links an.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der verschiedenen Methoden über, wie heutzutage die Sehnennaht ausgeführt wird. Die Indicationen zur Sehnennaht geben, wie bekannt, entweder subcutane Zerreissungen der Sehne oder häufiger offene Durchschnei-

dungen derselben. Was die ersteren betrifft, so kommen sie viel seltener vor. Die gewöhnlichen Ursachen sind sehr heftige Muskelactionen, wie sie besonders bei einem gewaltsamen Sprunge oder Wurfe, dem Versuch, durch eine rasch veränderte Gliedstellung dem Hinfallen zu entgehen, vorkommen. Der Entstehungsmechanismus der subcutanen Zerreissung der Extensorensehnen an der Hand ist von *Segond*, *Schöning* und *Haegler* durch Experimente an Leichen dahin aufgeklärt worden, dass eine besondere „fragilitas tendinum“ (v. Volkmann) nicht angenommen zu werden braucht. Die Verletzung konnte fast immer erzeugt werden, wenn „mit mässiger Kraft die gebeugte Endphalanx gegen die im ersten Interphalangealgelenk gestreckte Mittelphalanx angedrückt wurde„ (*Schöning*). *Segond* fand dabei stets den Abriss eines kleinen Knochenstückes an der Basis der Endphalanx, *Schöning* dagegen konstatierte auch einen Abriss der Sehne dicht an der Insertionsstelle, aber stets nur teilweise. „Ganz anders aber liegen nun die Verhältnisse bei den Beugesehnen. Während bei den Extensoren die an den Fingern überall an Gelenken und in der Fascie fixiert sind, das Zustandekommen einer solchen Verletzung durch die anatomische Anordnung erleichtert wird, so sind die Flexoren in ihren festen, röhrenförmigen Sehnenscheiden, mit denen sie nur lose durch vincula verbunden sind, vielmehr vor diesen Insulten geschützt“ (*Hägler*). Offene Sehnendurchtrennungen sind nicht selten. Sie sind meist die Folge von Schnitt-Stich oder Fall in Glasscherben. Die Operation, die bei Sehnenverletzungen die besten Resultate gibt, ist die Sehnennaht resp. Sehnenplastik. Die einfache Knopfnaht nach *Heister* genügt nicht, wenn die Sehnenenden stärker auseinandergewichen waren (fibrilläre Structur der Sehne!). Schon bei mässiger Spannung schneiden die Fäden leicht durch. Deshalb empfahl *Mourgue* denselben dadurch mehr Halt zu verleihen, dass man sie in längeren, queren Durchmesser durch die Sehnenstümpfe führt. *Bose* hat, wie ich schon oben erwähnt habe, Compression, centrifugale Einwickelung angegeben, um das retrahierte centrale Sehnenende aus seiner Scheide hervorzuziehen.

Nicoladoni, wie viele andere Autoren, legen grosses Gewicht auf die Fixierung der centralen Sehnenstümpfe in der Wunde. Am peripheren Ende wird man sehr selten genötigt eine Voroperation ausführen zu müssen, da es nur ausnahmsweise zur Retraction neigt. Er befestigt also vorläufig das gefundene centrale Ende mit einer Acu-

puncturnadel oder durch eine Knopfnaht an die Ränder der Hautwunde und legt dann die eigentliche Sehnennaht an. Nach *Felicet* benutzt man die Hyperextension der benachbarten Finger. Auch nach der Naht eines Fingerbeugers kann es von Nutzen sein, die benachbarten Finger in Hyperextension zu fixieren, während man den verletzten Finger in gebeugter Stellung einbandagiert, oder umgekehrt, wenn eine Extensorensehne genäht wurde. Gelingt es auf unblutigem Wege nicht, so empfehlen *Sedillot* und *Witzel* den Hautschnitt seitlich von der Sehne anzulegen, um störende Verwachsungen bei der Narbenbildung, die eine direkte Incision der Haut und der Sehnenscheide mit sich bringt, zu beseitigen, und bilden dabei einen dreieckigen Lappen. Damit schafft er auch genügend Raum, um das Arbeitsfeld überblicken zu können. *Schüssler* bildet einen ⊐ Lappen, was aber die Vernarbung kompliziert und deshalb sucht man mit der seitlichen Verlängerung der Verletzungswunde auszukommen. *Madelung* macht, um das retrahierte Sehnenende hervorzuziehen, eine kleine Längsincision centralwärts, schlingt das freigelegte Sehnenende mit einem Faden an und zieht den Stumpf mittelst einer Sonde in die Wunde. Um die Sehnenenden genähert zu erhalten, legt *Witzel* 1 cm vom Sehnenrande quer durch jeden Sehnenstumpf je eine *„Halteschlinge“* an, vereinigt dann die Enden ganz nahe der Durchtrennungsfläche durch zwei Knopfnähte, zu denen er feinstes Catgut verwendet. Schliesslich werden auch die beiden Halteschlingen zusammengeknüpft und eventuell näht man auch die Sehnenscheide (*Tillmans*). Durch die Halteschlingen sollen die Knopfnähte entlastet werden. *Wölfler, Schüssler* und mit einer kleinen Aenderung *Rotter* empfehlen: die seitliche Anschlingung der Sehnenstümpfe: auf beiden Seiten des centralen und peripheren Endes wird je ein Faden durchgeführt und geknotet; die Fadenenden der centralen Schlingen werden dann mit denen der peripheren Schlingen verknüpft (Naht nach von *Eiselsberg*). Diese Naht hat also 6 Knoten und ist gebräuchlich als Entspannungsnaht als solche oder gewöhnlich in Combination mit Adaptionsnähten. *Rotter* näht noch durch eine Anzahl Knopfnähte oder eine fortlaufende Naht die Sehnenstümpfe eine Strecke weit an das umgebende Gewebe an (randständige Sehnennaht) und empfiehlt sie besonders für die am häufigsten vorkommenden Verletzungen am Handrücken und der Volar- und Dorsalseite des Handgelenkes, wo die Sehnen nur einen geringen Dickendurchmesser haben.

Die nicht seltene Abstossung der angeschlungenen Gewebsbündel hat *Wölfler* veranlasst eine weitere Methode zu ersinnen. Zur unmittelbaren Vereinigung der Sehnenenden gebraucht *A. Wölfler* „die direkte quere Naht", für die mittelbare Vereinigung, retrahierter Stümpfe, die „indirekte quere Naht." Bei seiner indirekten Naht legt er durch beide Seiten des zentralen und peripheren Stumpfes je eine Schlinge, die zunächst für sich geknotet wird. Die Schlingen der gleichen Seite werden dann mittelst des einen, länger gelassenen Fadens geknüpft (s. oben „Naht nach v. Eiselsberg"). Sie wurde an der Klinik von Eiselberg bis in die letzte Zeit anderen Methoden vorgezogen und mit günstigen Resultaten angewendet.

Wölflers direkte Naht legt er folgendermassen an: die Nadel wird seitwärts in einem Bogen nach oben eingestochen, kommt oben am Rand zum Vorschein, geht dann direkt neben dem Ausstich wieder senkrecht durch die ganze Dicke der Sehne, dann wieder dicht daneben hinauf und schliesslich in einem Bogen seitwärts hinaus. Beide Enden werden so mit einem Faden durchstochen, der dann angezogen und geknüpft wird. *v. Fillenbaum* hat diese Wölflersche Nahtmethode in 4 Fällen erprobt und bewährt gefunden, *v. Mossetig* empfiehlt sie in seinem Handbuch der chirurgischen Technik auf's wärmste. Wenn aber auch dieses Verfahren den Fehler der Abschnürung umgeht, so ist es doch bei stärkeren Diastasen schlecht ernährten oder aufgefaserten Sehnenenden etwas unsicher. Ausserdem ist diese Methode bei dünnen Sehnen meist schwer ausführbar. *Schüssler* der das grosse Material der Billrothschen Klinik verarbeitete, hält die quere Naht von Wölfler für zeitraubend und nur bei stärkeren Sehnen zu gebrauchen. Er schlägt deshalb eine Modifikation vor, welche darin besteht, dass die Sehne nur zweimal durchstochen wird, vom Rande zur vorderen Fläche und von da zum andern Rande. Bei grosser Spannung bevorzugt Schüssler die *Nicoladonische* Naht, indem er 1—2 Finger breit die Sehne an der Haut durch eine Acupunkturnadel oder eine Knopfnaht befestigt, die Fäden über Jodoformgaze-Bäuschchen knüpft und dann die Stümpfe vereinigt. Dadurch soll eine Zerrung der Sehnennaht bei heftiger Muskelkontraktion verhütet werden. *Schüssler's* Modifikation, wie auch verschiedene andere, bieten keinen Vorteil, „indem," wie Haegler sagt, „das definitive Zu-

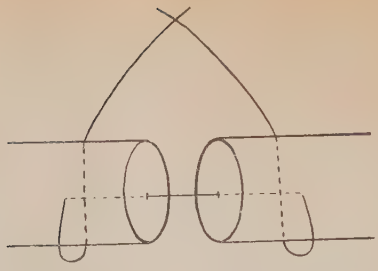
sammenziehen der Sehnenstümpfe beim Knüpfen der Fadenschlinge durch die Fixation des Fadens an der Sehne gehindert wird."

Ebenso zeitraubend ist die „einfach durchschlungene Naht" mit oder ohne Halteschlinge von *Trnka*. Sie hat den Vorteil, dass sie auch für Sehnen schwächeren Kalibers verwendbar ist, aber mehr wichtigen Nachteil, dass, wenn die Naht mit zwei Fäden ausgeführt wird, das Nachlassen einer Schlinge bei der Zusammengehörigkeit beider von verhängnisvoller Bedeutung sein kann. Mit seiner Methode wollte Verfasser eine möglichst rasch und leicht ausführbare Sehnenverbindung erzielen, gibt aber selbst zu, dass „bessere" Methoden bereits bekannt und geübt sind, findet auch dabei, dass seine Naht stets fest und dauerhaft sich ergab, und erwähnt, dass sie bei der Nervennaht sich wiederholt bewährte. Das Verfahren von *Schwartz* ist einfacher: er legt zunächst um jedes Sehnenende eine circuläre Catgutligatur und über diese hinweg eine Seidennaht durch beide Stümpfe. Der Nachteil dieser Methode besteht darin, dass diese Ligaturen bedeutende Ernährungsstörungen der Sehnenenden verursachen, weshalb die Methode nicht zu empfehlen ist. Um der Necrotisierung der Gewebe, bei dieser Naht vorzubeugen, modifizierte sie *Haegler* folgenderweise: er legt zunächst eine Querschlinge an und, um die Wundränder genau aneinander zu bringen, werden ein oder zwei Knopfnähte (nach der Stärke der Sehne) angelegt, welche die erste Naht beiderseits übergreifen. Er sucht damit die Fäden in zwei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen durchzuführen, was von grossem Vorteil ist. Seine Methode ist nicht wesentlich kompliziert und gestattet durch ihre Fadenführung ein genaues Adaptieren der Querschnitte. Ausserdem gestattet uns die enorme Zugfestigkeit der Naht sehr bald mit der Nachbehandlung zu beginnen, wodurch unliebsamen Verwachsungen vorgebeugt wird.

Nach *Suter's* Ueberzeugung ist es gar nicht nötig die Schnittflächen der durchschnittenen Sehnen aneinander zu legen," und „da die Seitenflächen gefässreicher sind, als die Schnittflächen", so empfiehlt Suter gegenseitige Ueberlagerung der beiden Sehnenenden, wodurch für die Verwachsung, nach seiner Ansicht, günstigere Bedingungen gegeben werden.

Schon *Hueter* hat das gleiche Prinzip verfolgt. Sein Verfahren, die Enden durch eine einfache, in einiger Entfernung von den Schnittflächen durchstochene Fadenschlinge zu vereinigen, ist aber ungenügend, weil beim Anziehen des Fadens die Sehne meist auffasert. *Suter* umfasst und komprimiert die Sehnenenden durch doppelte Durchstechung und Kreuzung des Sehnengewebes in vier Quadranten. Diese Methode finde ich kompliziert, wie ich mich am Kadaver überzeugte, obwohl der Verfasser in seiner Arbeit betont, dass die Naht in ein Drittel bis ein Viertel der sonst nötigen Zeit ausgeführt werden kann. Auch die Verkürzung der Sehne, welche durch diese Nahtmethode veranlasst wird, ist doch von praktischer Bedeutung. Suter sagt selbst: „Handelt es sich um eine Verletzung von Extensoren, so muss allerdings durch eine etwas früher einsetzende, äusserst sorgfältige und länger durchgeführte orthopädische Nachbehandlung versucht werden, jede Verkürzung zu vermeiden.“ Nebenbei muss bemerkt werden, dass die Naht von Suter, da sie die Sehne in vier Quadranten ihres Querschnittes fasst und quetscht, ähnlich der von Schwartz angegebenen Naht, das Gewebe in seiner Ernährung gefährdet. Die mehr weniger komplizierten bisherigen Sehnennahtmethoden veranlassten *Wilms* mit der Vereinfachung der Naht sich zu befassen. Er ging dabei von dem Gedanken aus, „ob sich nicht das einfachste Verfahren der alten Sehnennaht mit einer kleinen Umschnürung kombinieren liesse.:“ Von diesen Modifikationen erwies sich als brauchbarste die Form der Sehnennaht, bei der „mit Einstich auf der Aussenfläche der Sehne und Ausstich auf der Schnittfläche“ vorgegangen und vor und nach dieser Nadelführung an beiden Sehnenstümpfen je ein kleines Bündel von Sehnenfasern umstochen wird. Diese Naht ist sehr leicht ausführbar, beansprucht keine Assistenz, erreicht gute Adaption und experimentell erwiesene ganz bedeutende Festigkeit. Die Schlingen, in welche die Bündel gelegt werden, haben in erster Linie das Auseinanderweichen der Stümpfe zu verhüten, erleichtern das Adaptieren, und die Festigkeit der Naht erhöht sich dabei, sobald eine Zugwirkung einsetzt.

Praktisch bewährt hat sich auch die Naht, welche in der Basler chirurgischen Poliklinik und wohl auch anderwärts vielfach angewandt wird, die ich hierbei skizziere.



Die Ausführung ist aus dem skizzierten leicht verständlich und braucht keine besondere Erklärung. Leider ist es mir trotz allen Suchens nicht gelungen, in der Literatur irgendwelche Angaben über dieselbe zu finden. Dieses Verfahren, welches unserer Forderung der Vereinfachung der Sehnennaht beinahe entspricht, leidet aber gegenüber anderen Methoden, wie von Haegler, Wilms und Lange angegebenen, an Zugfestigkeit, wie ich mich am Kadaver überzeugte. Endlich erwähne ich noch die Naht von *Lange*, welche in Durchflechtung der Sehne besteht und die bei Sehnenverpflanzung viel angewandt wird. In der orthopädischen Chirurgie findet sie viel Anklang, und *Frisch* bringt aus der chirurgischen Klinik in Wien eine kleine Statistik über eigene Fälle Lange'scher Naht, und die Krankengeschichte eines Falles von Durchschneidung aller Beugesehnen des linken Vorderraums, des N. medianus und ulnaris, der Art. rad. et uln. der trotz heftiger Phlegmone ein vorzügliches Resultat ergab. Er empfiehlt diese Methode mit mehreren kleinen Modificationen zur Ausführung der Sehnennaht und bezeichnet sie als das einfachste, schonendste, sicherste und exakteste Verfahren. Aber nicht in allen Fällen kann man die typische Lange'sche Naht gebrauchen; sehr oft muss man sie zu individualisieren suchen, was auch Frisch tut. „In Fällen, wo die Zeit der Verletzung weit zurückliegt," schreibt Frisch, „die Sehnenenden atrophisch geworden sind und sich leicht auffasern, desgleichen, wenn die Sehne nahe dem Uebergang zu ihrem Muskel durchtrennt ist, bediene ich mich statt der typischen Lange'schen Methode einer Art fortlaufenden Naht, welche den seitlichen Rand der Sehne in weiten Abständen spiralförmig fasst, im übrigen aber der alten Naht bgleich leibt." Wenn auch die Sehne nahe ihrem Ansatz durchtrennt wird, so ist das distale Stück für die Lange'sche Naht zu kurz. „In solchen Fällen schlinge ich," sagt Frisch, „blos das proximale Ende nach Lange an und lege am anderen Ende die zweite Naht nach Wölfler an." Bei dünnen Sehnen ist die typische Methode meist

schwer ausführbar oder ganz unmöglich. Da ist die Modifikation von Frisch, im Sinne einer Art fortlaufenden Naht sehr angezeigt, was ich auch an der Leiche erprobt habe. Die enorme Zugfestigkeit der Lange'schen Naht kann man nicht leugnen und ist leicht verständlich bei der Betrachtung der Nahtmethode, wo die Belastung der Sehne auf einen grösseren Abschnitt derselben verteilt wird.

Zum Schluss dieses Kapitels möchte ich noch die intermediäre und sekundäre Sehnennähte kurz besprechen. Wenn die Sehnenwunde schon infiziert und entzündet und eine primäre Vereinigung der Stümpfe nicht zu erwarten ist, muss die Sehnennaht bis nach Ablauf der Entzündung verschoben werden, und erst dann darf die sogenannte „*intermediäre*" Sehnennaht angewandt werden. Während dieser Zeit gibt man dem Gliede eine Stellung, in welcher der der Sehne zugehörige Muskel erschlafft ist. Sobald die Wunde sich im Zustande der Granulationsbildung und aseptischer Eiterung befindet, liegen ernstliche Bedenken gegen die Naht nicht mehr vor, weil jetzt die Sehnenenden nicht so leicht aus dem weichen Granulationsgewebe herausschlüpfen können. Bei veralteten Sehnenverletzungen hat die ausführbare *secundäre* Naht oft grosse Schwierigkeiten. Wenn kolbig verdickte od. atrophische Sehnenenden, die in Narbenmasse eingebettet, stark von einander entfernt sind, kann manchmal eine Sehnenplastik nützlich sein. Wenn aber nutritive Schrumpfung des Muskels höhere Grade erreicht, so hat die Spätnaht der Sehnen eines einsehnigen Muskels eine schlechte Prognose, während die Naht solcher Sehnen, welche mit andern einen gemeinsamen Muskel haben, selbst nach Jahren die Wiederherstellung der Beweglichkeit verspricht. Vor dem Anlegen der Naht werden die Stümpfe angefrischt und nach oben geschilderten Methoden vereinigt. Wiederherstellung der Sehnenbeweglichkeit und Beseitigung der Muskelatrophie ist Sache der Nachbehandlung.

II.

Trotz der gewaltigen Fortschritte in der modernen Chirurgie sind die Erfolge der Sehnennaht noch nicht vollkommen befriedigende, das berechtigt auch dieses Kapitel als nicht abgeschlossen zu betrachten. Wenn wir uns mit vielen Arbeiten und Statistiken bekannt machen, so finden wir überall einen geringen Prozentsatz von Heilungen. So hat *Haegler* mit seiner Methode 46 % Heilung der Fingerbeuger, 77 % der Strecker, *Schüssler* von 30 Fällen 17

vollkommene Heilungen, *Mäther* berichtet aus der Kieler chirurg. Klinik über 52 Sehnennähte mit 13 Fällen vollkommener Wiederherstellung, *Täuber* aus der Breslauer Klinik über 32 Fälle mit 15 Dauerheilungen, *Wolter* 15 Heilungen von 33 Fällen, *Frisch* berichtet aus der Wiener chirurg. Klinik von Eiselsberg über 13 Fälle (operiert nach Lange) mit 9 vollkommenen Heilungen, was 69,2 % betrifft und konstatiert bei 17 Fällen (operiert nach Wölfler) 10 Restitutio ad integrum, was 58,8 % ausmacht. Wenn wir uns fragen, was für Anforderungen wir an eine Sehnennaht stellen, und welche Methode der Sehnennaht die vorzüglichste ist, so ist diejenige zu nennen, die zunächst die Stümpfe bis zur vollkommenen Berührung einander nähert, die Trennungsflächen genau vereinigt, Ernährungsstörungen möglichst vermeidet, eine hinreichende Festigkeit bringt und eine rasche und einfachste Ausführung gestattet. Wölfler hat Recht, wenn er sagt: Sollen (solche) unglückliche Ausgänge in Zukunft vermieden werden, so muss die Technik der Sehnennaht möglichst einfach sein". Betrachtet man die gangbaren Nahtmethoden und prüft man sie auf die genannten Eigenschaften, die wir von einer guten Sehnennaht verlangen, so kann man beobachten, wie das eine der Postulate meist auf Kosten des andern eine grössere Berücksichtigung erfährt. Das wichtigste Postulat — die dauernde Haltbarkeit bei anatomisch richtiger Lagerung der Gewebe in manchen Fällen — ist bei vielen Nahtmethoden schwer zu erreichen, ja fast unmöglich erscheint es in anderen Fällen. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, ist meine Aufgabe die Zugfestigkeit der Sehnennähte experimentell zu prüfen, wohl berechtigt.

Ich nahm von frischen Leichen das Sehnenmaterial und, nachdem ich mir eine gewisse Uebung in schneller und exakter Ausführung der Nahtmethoden erworben hatte, stellte ich meine Versuche an.

Dabei bevorzugte ich Tendines der Perforati, Perforantes und Peronaei, weil diese Sehnen mehr rund und geeignet für das Nähen sind und auch Gleichartigkeit in Kaliber und Funktion aufweisen. Ich schnitt Stücke von gleicher Länge in der Mitte quer durch und vereinigte sie wieder mit den zu vergleichenden Nähten. Dann klemmte ich das eine Ende in eine Schieberpincette ein, welche an einer Stange befestigt wurde, und belastete sie am anderen Ende mit verschiedenen Gewichten.

Ich liess das Material nicht vertrocknen und, den Vorschriften des vom Herrn Professor Wilms und Dr. Sievers in Leipzig angestellten Versuches folgend, berieselte ich es mit physiologischer Kochsalzlösung. Unter diesen Bedingungen machte ich die Experimente, deren Ergebnisse folgende sind:

A. Mit permanentem Zug.

Meine Aufgabe war es hier zuerst die Stärke der zur Ausführung der Nähte gebrauchten Sehnen zu bestimmen, dann die maximale Belastung der zu prüfenden Sehnennähte und die Zeit, in welcher sie diese maximale Belastung ertragen, zu eruiren.

I. 20. II. 08. An den Sehnen der flexores digit. pedis, deren Widerstandskraft der Belastung von 32½ Kilo entspricht, haben sich die Sehnennahtmethoden folgendermassen bewährt.

Wölfler. Belastung von 1300 gr. zeigte keine besondere Spannung der Naht während 15 Stunden. Vermehrung der Belastung bis 2000 gr. brachte die Naht zum Durchriss in 3½ Stunden.. *Schüssler.* Belastung von 1500 gr., keine besondere Spannung der Naht, ich vermehrte das Gewicht bis 2500 gr. Durchriss in 7½ Stunden. *Trnka.* Belastung von 1000 gr, in ½ Stunde Vermehrung der Belastung bis 1600 gr, noch in ½ Stunde bis 2000 gr. Durchriss in 2¼ Stunden. 21. II. 08. *Haegler.* Belastung von 2000 gr, in ¾ Stunden Vermehrung bis 3500 gr. 22. II. Spannung ist nicht besonders vermehrt. Vermehrung der Belastung ½7 morgens bis 5000, um 2 Uhr nachmittags riss die Naht durch, hielt also bei letzter Belastung 7½ Stunden.

Die an der Basler chirurg. Poliklinik angewandte Naht bei Belastung von 1500 gr gab in 15 Stunden keine besondere Spannung. Vermehrung des Gewichtes bis 2500. Durchriss in 1 Stunde. *Wilms.* Belastung von 2000 gr. In 12 Stunden Vermehrung bis 3000 gr. In 3 Stunden ist noch keine besondere Spannung. Vermehrung bis 4400 gr. Durchriss in 4¼ Stunden. *Lange.* Belastung von 1800 gr. In 3½ Stunden Vermehrung bis 2300. In 2 Stunden wird noch keine besondere Spannung bemerkbar. Weitere Vermehrung bis 3500 gr. Durchriss in ½ Stunde darauf.

II. 21. II. An den Sehnen der extensores pedis, deren Widerstandskraft der Belastung von 12½ Kilo entspricht, waren folgende Resultate:

Wölfler. Belastung von 1000 gr. Durchriss in 2 Stunden. *Schüssler*. Belastung von 1000 gr, in 2¼ Stunden Vermehrung bis 2000 gr, in 2¾ Stunden nochmals Vermehrung bis 2600. Durchriss in ½ Stunde. *Trnka*. Belastung von 1000 gr. In 1½ Stunden Vermehrung bis 2000 gr, in folgenden 2½ Stunden bis 3000 gr. Durchriss in 1½ Stunden. *Haegler*. Belastung von 1000 gr, in 2½ Stunden Vermehrung der Belastung bis 2500, in weiteren 3½ Stunden Zunahme der Belastung bis 4000 gr Durchriss in ¾ Stunden. *Suter*. Belastung von 1500 gr. In 3½ Stunden Vermehrung bis 2500 gr. Durchriss in 7 Stunden. *Die Naht an der Basler chirurg. Poliklinik*. Belastung von 1000 gr. In 5 Stunden Vermehrung bis 2000 gr. Durchriss in 1½ Stunden. *Wilms*. Belastung von 3000 gr. In 1¼ Stunde Durchriss. *Lange*. Belastung von 1000 gr, in 2½ Stunden bis 2000 gr, in folgenden 1½ Stunden Vermehrung bis 2500, in 5 Stunden wieder bis 3000 gr. Durchriss 22/II. 7½ morgens, hielt also bei letzter Belastung 10½ Stunden.

III. An den Sehnen der Peronaei, deren Widerstandskraft der Belastung 37,5 Kilo entspricht: 22. II. 08.

Wölfler. Belastung von 1000 gr. In ¼ Stunde Vermehrung bis 1500 gr, in 3 Stunden bis 1800. Durchriss in 7 Stunden. *Schüssler*. Belastung 1000 gr. In einer Stunde 2000 gr. In 4 Stunden bis 2700 gr. Durchriss in 5 Stunden. *Trnka*. Belastung 2000 gr, in 2½ Stunden Vermehrung bis 3000 gr. Durchriss in 3⅓ Stunden. *Haegler*. Belastung 2000 gr, in 4 Stunden Vermehrung bis 3000, in folgenden 3 Stunden bis 4000 gr. Durchriss in 9 Stunden. *Suter*. Belastung 1000 gr. In 1 Stunde Vermehrung bis 1500 gr. In 12 Stunden bis 2000, dann in 4¼ Stunden wieder bis 2500. Durchriss in 1¼ Stunden. *Die an der Basler chirurg. Poliklinik angewandte Naht*. Belastung 2000 gr in 3½ Stunden Vermehrung bis 3000 gr. Durchriss in 9 Stunden. *Wilms*. Belastung 2000 gr, in 5 Stunden Vermehrung bis 2500 gr, in folgenden 2½ Stunden bis 3000 gr, in weiteren 2½ Stunden bis 4500. Durchriss 23. II. um 11 Uhr morgens, hielt also bei letzter Belastung 19 Stunden. *Lange*. Belastung 1000 gr. In 2¼ Stunden bis 2000, in folgenden 1¼ Stunden bis 2500, dann wieder in 3½ Stunden bis 3000. 23. II. 8 morgens 4000. Durchriss bei dieser Belastung in 3½ Stunden.

A$_1$. Bei einmaliger maximaler Belastung.

I. An den Sehnen der flexores dig. pedis *Wölfler*'sche Naht hielt bis zur Belastung von 1500 gr aus, *Schüssler* 1600, *Trnka* 1500, *Haegler* 3500, *Suter* 1800, *d. an d. Basler chir. Polikl.* 2000, *Wilms* 3500.

II. An den Sehnen der extensores pedis die Naht von *Wölfler* riss bei Belastung von 1800 durch, *Trnka* 2200, *Haegler* 3200, *Suter* 2500, *d. an d. Basler chir. Polikl.* 1800, *Wilms* 3000.

III. An den Sehnen der Peronaei riss die Naht von *Wölfler* bei Belastung von 1500 gr durch, *Schüssler* 2200, *Trnka* 2000, *Haegler* 3500, *Suter* 2500, *d. an d. chir. Polikl.* 2600, *Wilms* 4000

B. Mit permanentem Zug.

I. An den Sehnen der flexores dig. sublimis, deren Widerstandskraft der Belastung von 20 Kilo entspricht: 3. III. 08. *Wölfler*. Belastung 2000 gr, in 3¼ Stunden Vermehrung bis 2500 gr, in folgenden 1¾ Stunden bis 3800. Durchriss in 3 Stunden.

Schüssler. Belastung 1000 gr, in 1½ Stunden Vermehrung bis 1500 gr, hielt auch am 4. III. 11 vormittags, dann Zunahme des Gewichts bis 2000. In 6 Stunden bis 2500 gr. Durchriss in 1¾ Stunden. *Trnka*. Belastung 2000 gr, in 2 Stunden bis 2300, in 4¾ Stunden bis 2700. Durchriss in 2 Stunden. *Haegler*. Belastung 2000 gr, in 4¾ Stunden Vermehrung bis 2700, hielt auch 21. III. ½8 morgens, Vermehrung dann bis 3000 gr, in 8 Stunden bis 4000 gr. Durchriss in ½ Stunde. *Suter*. Belastung 1500 gr, in 2¼ Stunden Vermehrung bis 2500, in 4¾ Stunden bis 2700. Durchriss in 9 Stunden. *Die Naht an d. Basler chirurg. Polikl.* Belastung 1500 gr, in 1¼ Stunde 2500. Durchriss in ¼ Stunde. *Wilms*. Belastung 1500 gr, in 3½ Stunden Vermehrung bis 2000 gr, in 1½ Stunden bis 3000, weiter in 3 Stunden bis 3500. Durchriss in 1½ Stunden. *Lange*. Belastung 2000, in 4¼ Vermehrung bis 2500. Durchriss in 11 Stunden.

II. 4. III. An den Sehnen der flexores digit. profund., deren Widerstandskraft der Belastung 22 Kilo entspricht:

Wölfler. Belastung 1500 gr. In 5 Stunden Vermehrung bis 2000 gr. In 9 Stunden bis 2500 gr. Durchriss in 4½ Stunden.

Schüssler. Belastung 1900 gr. In 5 Stunden bis 2400 gr. Durchriss in 5 Stunden.

Trnka. Belastung 2000 gr. In 5 Stunden bis 2500 gr.

In 9 Stunden Vermehrung bis 3000 gr. Durchriss in 3 Stunden. *Haegler.* Belastung 2200 gr. In 2¼ Stunden Vermehrung bis 3000, in 4¾ Stunden bis 4000 gr. Durchriss in 4¾ Stunden. *Suter.* Belastung 1800 gr. In 4¼ Stunden bis 2300. Durchriss in 9 Stunden.

Die Naht an der Basler chirurg. Poliklinik. Belastung 2000 gr. In 4½ Stunden bis 2500 gr. Durchriss in 8¾ Stunden. *Wilms.* Belastung 1500. In 2¾ Stunden Vermehrung bis 2400 gr, in 2¼ Stunden bis 3000, in 2 Stunden bis 3500. Durchriss in 1 Stunde. *Lange.* Belastung 2000 gr, in 4 Stunden bis 2500 gr, in folgenden 9 Stunden bis 3000 gr, in weiteren 3¼ Stunden wieder bis 3500 gr, in 1¾ Stunden bis 4000. Durchriss in 5¼ Stunden. 5/III 08.

III. An den Sehnen der extensores manus, deren Widerstandskraft der Belastung von 24 Kilo entspricht:

Wölfler. Belastung 1000 gr. In 1½ Stunden Vermehrung bis 2000 gr. Durchriss in 1¼ Stunden. *Schüssler.* Belastung 1000 gr, in 2½ Stunden bis 1500 gr. Durchriss in ¾ Stunden. *Trnka.* Belastung 1500 gr. In ¾ Stunden bis 3000 gr. In folgenden 3 Stunden bis 3500 gr. Durchriss in 2 Stunden. *Hägler.* Belastung 2000 gr. In 1½ Stunden bis 2500 gr, in folgenden 3½ Stunden bis 3500. Durchriss in ¼ Stunde. *Suter.* Belastung 1000 gr. In 1½ Stunden bis 1500, in folgender ½ Stunde bis 2000, in weiteren 8½ Stunden bis 2500. Durchriss in 6 Stunden.

Die Naht an der Basler chirurg. Poliklinik. Belastung 1000 gr. in 1½ Stunden bis 1700 gr. Durchriss in 5 Minuten.

Wilms. Belastung 1500 gr. In 5¾ Stunden bis 2500 gr. In folgenden 1¼ Stunden bis 3000 gr, in weiteren 3½ Stunden bis 3500 gr. Durchriss in 4¾ Stunden.

Lange. Belastung 1500 gr. In 2¾ Stunden bis 2000, in folgenden 3½ Stunden bis 3000 gr, in weiteren 4¾ Stunden bis 3500 gr. Durchriss in 8¾ Stunden.

IV. An den Sehnen der extensores manus, deren Widerstandskraft der Belastung von 12½ Kilo entspricht (dünne Sehnen): 6/III 08.

Wölfler. Belastung 1000 gr. Durchriss in 1¼ Stunden. *Schüssler.* Belast. 500 gr, in 1¾ Stunden bis 1000, in folgenden 1¼ Stunden bis 1200, in weiteren 3¼ Stunden bis 1400. Durchriss in 3 Stunden. *Trnka.* Belastung 1000 gr. In 1¼ Stunden bis 1500, in weiteren 1¼ Stunden bis 1700, in folgenden 3¼ St.

bis 2000. Durchriss in 2¼ Stunden. *Haegler*. Belastung 1500. Durchriss in ½ Stunde. *Suter*. Belastung 1000 gr. In 2¾ Std. bis 1650, in folgenden 3¾ Stunden bis 1850. Durchriss in 1¼ Stunden. *Die Naht an der Basler chirurg. Poliklinik*. Belastung 1500. Durchriss in ½ Stunde. *Wilms*. Belastung 1630 gr. In 1¾ Stunden bis 2230, in folgenden 1¼ Stunden bis 2600 gr. Durchriss in 2½ Stunden. *Lange*. Belastung 1500. In 1 Stunde bis 2400 gr, in folgender 1 Stunde bis 3000. Durchriss in 3 Stunden.

B₁. Bei einmaliger maximaler Belastung.

I. An den Sehnen der flexores digit. sublim. die Naht von *Wölfler* riss bei Belastung von 1500 gr. durch, *Schüssler* — 1600 gr. *Trnka* — 1800, *Haegler* — 3500, *Suter* — 2500, *die an der B. chirurg. Poliklinik* — 2300, *Wilms* — 3600, *Lange* — 4000.

II. An den Sehnen der flexores dig. prof.: *Wölfler* — 2000, *Schüssler* — 1700 gr, *Trnka* — 2200, — *Haegler* — 3350, *Suter* — 1000, *die an der B. chir. Polikl.* — 2000, *Wilms* — 3000, *Lange* — 3500.

III. An den Sehnen der Perforati und Perforantes: *Wölfler* — 2000, *Trnka* — 2400, *Haegler* — 3500, *Suter* — 2500, *die an der Basler chirurg. Polikl.* — 2000, *Wilms* — 4000, *Lange* — 4150.

C. Mit permanentem Zug.

I. 14. III. An den Sehnen der flexores pedis, deren Widerstandskraft der Belastung 20 Kilo entspricht:

Wölfler. Belastung 1000 gr, in 4⅙ Stunden Vermehrung bis 1500. Durchriss in 3¼ Stunden. *Schüssler*. Belastung 1000 gr. in 4⅙ Stunden Vermehrung bis 1500, in folgenden 5¼ Stunden bis 2000. Durchriss in 2⅓ Stunden.

Trnka. Belastung 1000 gr. In 4⅙ Stunden Vermehrung bis 1500. Durchriss in 4¾ Stunden. *Suter*. Belastung 1000 gr, in 4⅙ Stunden Vermehrung bis 1630. Durchriss in 8½ Stunden. *Haegler*. Belastung 1000, in 4⅙ Stunden Vermehrung bis 1500, in weiteren 5¼ Stunden bis 3000. Durchriss in 5½ Stunden.

Die Naht an der Basl. chir. Poliklinik. Belastung 1500. In 4⅙ Stunden Vermehrung bis 1900. Durchriss in 5 Stunden.

Wilms. Belastung 1000 gr. In 4⅙ Stunden Vermehrung bis 1500. Durchriss in 2 Stunden. *Lange*. Belastung 1000 gr. In 4⅙ Stunden Vermehrung bis 2650, in folgenden 5¼ Stunden bis 3150. Durchriss in 1¾ Stunden.

II. 15/III. An den Sehnen der Peronaei, deren Widerstandskraft der Belastung von 21 Kilo entspricht.

Wölfler. Belastung 1000 gr, in 2 Stunden Vermehrung bis 1500. Durchriss in 4¼ Stunden. *Schüssler.* Belastung 1500 gr. in ¾ Stunden bis 2000. Durchriss in 6 Stunden. *Trnka.* Belastung 1500, in 8 Stunden Vermehrung bis 2200. Durchriss in 5½ Stunden.

Haegler. Belastung 2000 gr, in 2¼ Stunden Vermehrung bis 2500, in folgenden 7½ Stunden bis 3500. Durchriss in 3½ Std. *Suter.* Belastung 2000 gr, in 8¼ Stunden Durchriss. *Die Naht an der* B. *chirurg. Polikl.* Belastung 1500 gr, in 3¾ Stunden Vermehrung bis 1900. Durchriss in 10¼ Stunden. *Wilms.* Belastung 2500 gr, in 3¼ Stunden Vermehrung bis 3000. Durchriss in 1¼ Stunden. *Lange.*[1]) Belastung 2500 gr, in ½ Stunde Vermehrung bis 3000gr, in folgenden 9¼ Stunden bis 3500. Durchriss in 7½ Stunden.

III. 16/III. An den Sehnen der Extensores pedis, deren Widerstandskraft der Belastung 21,5 Kilo entspricht.

Wölfler. Belastung 1000. Durchriss in 1½ Stunden. *Schüssler* Belastung 1000. Durchriss in ¼ Stunde. *Trnka.* Belastung 1500. Durchriss in 10 Minuten. *Haegler.* Belastung 2000. Durchriss in ½ Stunde. *Suter.* Belastung 1500. Durchriss in 2¼ Stunden. *Die Naht an der* B. *chirurg. Polikl.* Belastung 1650, in 9½ Std. Vermehrung bis 2000. Durchriss in 4 Stunden. *Wilms.* Belastung 2000 gr. Durchriss in 2¼ Stunden. *Lange.* Belastung 2000 gr, in 9½ Stunden Vermehrung bis 2500. Durchriss in 5¾ Stunden. (Die Naht war modifiziert nach Frisch.)

D. 17. III. An den Sehnen der Peronaei, deren Widerstandskraft der Belastung von 20 Kilo entspricht.

Wölfler. Belastung 500 gr, in 8⅚ Stunden Vermehrung bis 1500 gr, in weiteren 2½ Stunden bis 2000. Durchriss in ¾ Std. *Schüssler.* Belastung 500 gr, in 8⅚ Stunden Vermehrung bis 1500, in weiteren 2½ Stunden bis 2000, wieder in folgenden 4½ Std. bis 3000. Durchriss in ⅓ Stunde. *Trnka.* Belastung 600 gr, in 8⅚ Stunden Vermehrung bis 1400, in weiteren 2½ Stunden bis 2000. Durchriss in ¾ Stunden. *Haegler.* Belastung 1000 gr. in 8⅚ Stunden Vermehrung bis 1500. Durchriss in 2 Stunden. *Suter.* Belastung 600 gr, in 8⅚ Stunden Vermehrung bis 1500,

[1]) Die Naht war modifiziert nach Frisch.

in weiteren 2½ Stunden bis 2000, in folgenden 4½ Stunden bis 2600. Durchriss in 1 Stunde. *Die Naht an der chirurg. Poliklin Basel.* Belastung 1000 gr, in 1¼ Stunden bis 1500, in weiterer ¼ Stunde bis 2500, in folgender ½ Stunde bis 3000. Durchriss in 1¼ Stunden.

Wilms. Belastung 1000, in 1¼ Stunden bis 1500, in weiterer ¼ Stunde bis 2500. Durchriss in ½ Stunde.

Lange. Belastung 500, in 8⅚ Stunden bis 1500, in 4½ Stunden bis 2000. Durchriss in 2 Stunden.

E. I. 18/III. An den Sehnen der flexores pedis, deren Widerstandskraft der Belastung von 26 Kilo entspricht.

Wölfler. Belastung 1000 gr. Durchriss in ¼ Stunde. *Schüssler.* Belastung 1400 gr, in ¾ Stunden bis 1900, in weiteren 2 Stunden bis 2100. Durchriss in ¼ Stunde. *Trnka.* Belastung 1500, in ¾ Stunden Vermehrung bis 2000. Durchriss in 1 Stunde. *Haegler.* Belastung 2000, in 11 Stunden Vermehrung bis 3000. Durchriss in 3¼ Stunden. *Suter.* Belastung 1630 gr, in ¾ Std. bis 2500, in weiteren 2¼ Stunden bis 3000. Durchriss in 2½ Stunden. *Die Naht an der Basler chirurg. Poliklin.* Belastung 1500, in 13 Stunden bis 2500. Durchriss in 5¼ Stunden. *Wilms.* Belastung 2000 gr, in 21 Stunden Vermehrung bis 2500, in weiteren 1¼ Stunden bis 3130. Durchriss in ¼ Stunde. *Lange.* Belastung 2000 gr, in 2¼ Stunden Vermehrung bis 3000, in weiteren 3¾ Stunden bis 3000. Durchriss gleich.

II. 19/III. An den Sehnen der Peronaei, deren Widerstandskraft der Belastung von 26,5 Kilo entspricht.

Wölfler. Belastung 500, in ½ Stunde Vermehrung bis 1000, in 10½ Stunden bis 1500. Durchriss in 3 Stunden. *Schüssler.* Belastung 500, in 1½ Stunde Vermehrung bis 1000, in 10½ Stunden bis 1500, in weiteren 3 Stunden bis 2000. Durchriss in 1½ Stunden. *Trnka.* Belastung 500, in 1½ Stunden Vermehrung bis 1000, in 10½ Stunden bis 1500, in folgenden 3 Stunden bis 2000. Durchriss in 3 Stunden. *Haegler.* Belastung 1000, in 1½ Stunden Vermehrung bis 1500, in 10½ Stunden bis 2500, in weiteren 3 Stunden bis 3000. Durchriss in ½ Stunde. *Suter* Belastung 500, in 1½ Stunden Vermehrung bis 1000, in 10½ bis 1500, in folgenden 3 Stunden bis 2000. Durchriss in 1½ Std. *Die Naht an der Basl. chirurg. Poliklinik.* Belastung 600 gr, in

3/4 Stunden Vermehrung bis 1200, in 3 1/2 Stunden bis 1700. Durchriss in 2 1/2 Stunden. *Wilms.* Belastung 1000, in 1 1/2 Std. Vermehrung bis 1500, in 10 1/2 Stunden bis 2500, in weiteren 3 1/2 Stunden bis 3500. Durchriss in 3/4 Stunden. *Lange.* Belastung 1000, in 2 1/2 Stunden Vermehrung bis 1500, in 1 Stunde bis 2000, in weiteren 3 Stunden bis 2500, in folgenden 2 Stunden bis 3500. Durchriss in 1 1/4 Stunden.

III. 20./III. An den Sehnen der extensores pedis, deren Widerstandskraft der Belastung von 27 1/2 Kilo entspricht.

Wölfler. Belastung 500, in 4 3/4 Stunden Vermehrung bis 1400, in weiteren 2 Stunden bis 2000, in folgenden 2 1/2 Stunden bis 2400. Durchriss in 4 Stunden. *Schüssler.* Belastung 500 gr., in 1/2 Stunde Vermehrung bis 1000, in 3 Stunden bis 1500, in weiteren 2 Stunden bis 2500, in 1 1/3 Stunden Durchriss. *Trnka.* Belastung 500, in 1/2 Stunde Vermehrung bis 1000, in 3 Stunden bis 1500, in weiteren 2 Stunden bis 2500, in 1 Stunde bis 3000 und gleich Durchriss. *Haegler.* Belastung 1000, in 1/2 Stunde bis 1500, in 3 Stunden bis 2000, in weiteren 2 Stunden bis 3500. Durchriss in 1 1/6 Stunden. *Suter.* Belastung 500gr., in 1/2 Stunde Vermehrung bis 1000, in 3 Stunden bis 2000, in folgenden 2 Stunden bis 2500. Durchriss in 3/4 Stunden. *Die Naht an d. Basl. chir. Polikl.* Belastung 500, in 3 Stunden Vermehrung bis 1500, in 2 Stunden bis 2500, in 1 Stunde bis 3000. Durchriss gleich. *Wilms.* Belastung 1000 gr., in 1/2 St. Vermehrung bis 1400, in 3 Stunden bis 2000, in 2 Stunden bis 3500, in 1 Stunde bis 4000. Durchriss in 1/2 Stunde. *Lange.* — Belastung 1000, in 1 Stunde Vermehrung bis 1500, in 2 1/2 Stunden bis 2000, in weiteren 2 1/2 Stunden bis 2800. Durchriss in 6 1/3 Stunden.

Wenn wir uns an die Durchschnittszahlen halten, die für Haltbarkeit der einzelnen Nahtmethoden festgestellt wurden, so finden wir, dass bei *einmaliger* maximaler Belastung folgende Verhältniszahlen sich ergeben:

3883 (Lange), 3516 (Wilms), 3425 (Haegler), 2133 (Suter), 2116 (an Basl. chir. Polikl.), 2016 (Trnka), 1775 (Schüssler), 1716 (Wölfler). Die Versuche beim *permanenten* Zug, die man schwieriger schematisieren kann, da die Belastungsdauer, entsprechend der Zunahme der Gewichten, im vorhergehenden ungleichmässig durchgeführt wurde, zeigen fast übereinstimmende Ergebnisse,

woraus wohl der Schluss erlaubt ist, dass die besten Resultate im Sinne der Zugfestigkeit die Nähte von Lange, Wilms und Haegler geben, dann kommen die von Suter, die an d. Basl. chir. Pol. angewandten, Trnka, Schüssler und Wölfler.

Gut erzielte Haltbarkeit der Naht und bessere Adaption der Schnittflächen sind von grösster Wichtigkeit bei der Sehnenregeneration. Es entsteht in den Schnittflächen der zunächst liegenden Stücke der Sehne neue Sehne mit Verdrängung der alten. Der Prozess schreitet von der Schnittfläche weg, nach beiden Seiten hin fort, in der Peripherie finden sich die jüngsten Entwickelungsstadien. Das Gewebe, das die durchtrennten Sehnenenden verbindet, ist mikroskopisch nicht vom Sehnengewebe zu unterscheiden. Dem Entwickelungsgrade entspricht der Kernreichtum (*Enderlen*). Die Verdickung der Sehne an Stelle der Wunde entsteht aus dem Nebeneinanderliegen der Fibrillen; dieses hin wiederum aus der Verschiebung der Sehnenenden bei der Incision (*Enderlen*). Aus den Untersuchungen, welche *Enderlen* in dem histologischen Laboratorium von Kupffer über Sehnenregeneration angestellt hat, zeigen sich folgende Hauptergebnisse: Nach einer Verletzung der Sehne beteiligen sich an der Heilung der Sehnenzellen, das Peritenonium internum et externum. Die operierte Sehne selbst ist an der Restitution der neuen lebhaft beteiligt. Es vermehren sich zunächst mitotisch die Sehnenzellen (*Viering, Beltzow*); an diesen Prozess eng anschliessend erscheinen neue Sehnenfibrillen, deren Bildung von der ursprünglichen Schnittfläche nach beiden Seiten der Sehne hin fortschreitet, aber auch die beiden freien Sehnenenden werden durch Fibrillen, welche in den der Wunde zunächst liegenden jungen Sehnenzellen entstehen, nach dem Defecte hin überwuchert. Die eigentliche Heilung der Sehnenwunde, worunter *Enderlen* die Verbindung der Sehnenenden durch Fibrillen versteht ist am 9. Tage vollendet. Die Veränderungen, welche in der jungen Sehne von da an vor sich gehen, sind nur Rückbildungserscheinungen und haben mit der Regeneration nichts zu tun. Nach einer Verletzung der Sehne beteiligen sich nicht nur die Sehnenenden an der Regeneration, sondern auch die zunächst liegenden Partien der Sehne und zwar mehr oder minder ausgedehnt. Wenn auch *Enderlen* die Beteiligung der Sehnenscheiden und des sogenannten „Peritenonium internum“ bei der Neubildung hervorhebt, so legt *Marchand* doch

den Hauptwert bei der Regeneration auf die Elemente der Sehne selbst. Nach seinen eigenen Untersuchungen der Präparate von Enderlen kommt *Marchand* zu der Ansicht, dass die Hauptmasse der neugebildeten Zellen von dem lockeren Bindegewebe zwischen den Fibrillenbündeln und den Sehnenscheiden zu stammen scheint, „welche nach Art eines zellenreichen Callus von allen Seiten in den Defect eindringen und sich anfangs noch ziemlich scharf von den durchtrennten Sehnenenden abgrenzen."

Zum Schluss erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor *Wilms*, für die gütige Ueberweisung des Themas und des Materials meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Literatur.

1. **Bergmann und Bruns**, V. Band, Chirurgie d. Extremitäten

2. **Bruns.** Beiträge 16. Ueber Sehnenverletzungen an Hand und Vorderarm von Haegler.

3. **Nicoladoni.** Ein Vorschlag zur Sehnennaht. Wien. med. Wochenschrift, 1880.

4. **Madelung.** Zur Erleichterung der Sehnennaht. Centralblatt für Chir.. 1882.

5. **Handbuch d. orthop. Chir.** I Band, 1 Abth. Allg. Teil.

6. **Kocher's** Encyclop. d. gesamt. Chir. 1903, II. Teil.

7. **Schüssler.** Sehnennähte an der Klinik Billroths. Sammlung med. Schriften. Herausg. von d. Wien. med. Wochenschrift. IX, 1890.

8. **Trnka.** Beitrag zur Technik d. Sehnennaht. Centralbl. f. Chir. 1893

9. **Witzel.** Ueber Sehnenverletzungen und ihre Behandlung v. Volkmanns Sammlung klin. Vorträge 1887 (Chir. 89).

10. **Rotter.** Zur randständ. Sehnennaht. Münch. med. Wochenschr. 1894.

11. **Fillenbaum.** Zur Kasuistik der Sehnennaht. Wien. med. Wochenschrift 1885.

12. **Rochelt.** Ueber die Naht getrennter Sehnen. Wien. medizinische Presse 1874.

13. **Wölfler.** Ueber Sehnennaht. Wiener med. Wochenschrift 1884.

14. **Wölfler.** Wiener med. Wochenschrift 1888.

15. **Wolter.** Ueber d. funktionelle Prognose der Sehnennaht. Arch. f. klin. Chirurgie. Bd. 37, 1888.

16. **Suter.** Ueber eine praktische Sehnennaht. Ach. f. klin. Chirurgie. Bd. 72. 1904.

17. **Wilms.** Centralbl. f. Chir. 1905.

18. **Vulpius.** Zur Casuistik der Sehnenzerreisungen. Münch. med. Wochenschrift 1900.

19. **Teuber.** Ueber Sehnennähte. Inaug.-Dissert. Breslau 1902.

20. **Troller.** Beiträge zur Chirurgie der Sehne. Inaug.-Dissertation Basel 1904.

21. **Gurlt.** Geschichte der Chirurgie. 3 Bde. 1898.

22. **Eschenburg.** Ueber die Sehnennaht. Inaug.-Diss. Bonn 1877.

23. **Bergen.** Ueber den Erfolg der Sehnennaht. Inaug.-Dissert. Göttingen, 1890.

24. **Schreiber.** Die funktion. Prognose d. Sehnennaht in compl. Fällen Münch. med. Wochenschrift 1890. No. 29—31.

25. **Viering.** Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration des Sehnengewebes. Virchow's Archiv. 1891, 125.

26. **Busse.** Untersuchung d. feineren Vorgänge. Deutsche Zeitschrift f. Chirurg. 33, 1892.

27. **Enderlen.** Ueber Sehnenregeneration. Arch. f. klin. Chir. 66, 1893.

28. **Seggel.** Histolog. Untersuchungen über die Heilung von Sehnenwunden und Sehnendefekten. Beiträge zur klin. Chir. 37, 1903.

29. **Marchand.** Heilung von Sehnenwunden. Deutsche Chirurg. 16.

30. **Beltzow.** Untersuchungen über Entwickel. und Regener. d. Sehnen. M. Schulze's Archiv. Bd. 22, 1883.

31. **König.** Der Lister'sche Verband und die Sehnennaht. Centralblatt f. Chir. I, 1874.

32. **Frisch.** Zur Technik der Sehnennähte. Wien. klinische Wochenschrift 1907, 7.

33. **Tillmanns.** Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie 1904.

34. **Floitgraf.** Dissert. München 1898.

35. **Goergens.** Dissert. Bonn 1898.

36. **Pollock.** Dissert. Freiburg 1898.

37. **Zaelke.** Dissert. Greifswald 1899.

38. **Kirchmayer** und **Rüdinger.** Wien. klin. Wochenschrift 1900.

39. **Bayer.** Centralblatt f. Chirurg. 1898 und 1901.

40. **Kümmel.** Centralbl. für Chirurgie 1896.

41. **Lessing.** Beiträge zur klinischen Chirurgie 30.

42. **Lindner.** Münchner med. Wochenschrift 1890.